

#4/3-28-03  
m  
COPY OF PAPERS  
ORIGINALLY FILED

Docket No.: MUH-12015

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231.

By: 

Date: March 5, 2002

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Martin Hierholzer  
Appl. No. : 10/023,189  
Filed : December 17, 2001  
Title : Low-Inductance Semiconductor Components

CLAIM FOR PRIORITY

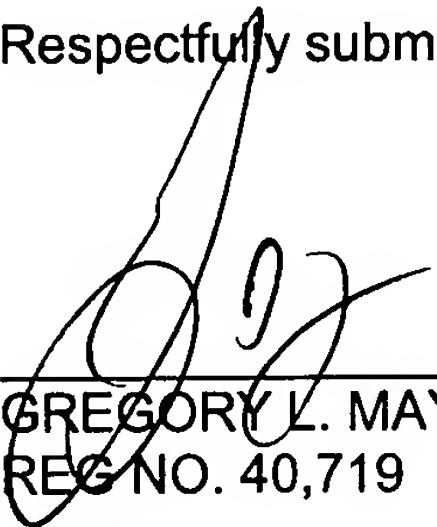
Hon. Commissioner of Patents and Trademarks,  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 199 27 285.9 filed June 15, 1999.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

  
\_\_\_\_\_  
GREGORY L. MAYBACK  
REG NO. 40,719

Date: March 5, 2002

Lerner and Greenberg, P.A.  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100  
Fax: (954) 925-1101

/mjb

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 199 27 285.9

**Anmeldetag:** 15. Juni 1999

**Anmelder/Inhaber:** eupec Europäische Gesellschaft für Leistungs-  
halbleiter mbH + Co KG, Warstein/DE

**Bezeichnung:** Niederinduktives Halbleiterbauelement

**IPC:** H 01 L 25/07

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 7. Februar 2002  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Agurks

## Beschreibung

## Niederinduktives Halbleiterbauelement

5 Die Erfindung betrifft ein Halbleiterbauelement bestehend aus einem Gehäuse, einer Trägerplatte, zumindest einem Kera-  
miks substrat, das zumindest an seiner Oberseite mit einer Me-  
tallisierung versehen ist. Das Halbleiterbauelement weist  
10 ferner zumindest zwei Schaltelemente auf, die auf der Ober-  
seite des Keramiksubstrats elektrisch leitend angeordnet sind  
und jeweils über Laststromanschlüsse und einen Steueranschluß  
verfügen. Es sind weiterhin Laststromanschlußelemente auf ei-  
ner ersten Seite und einer zweiten, der ersten gegenüberlie-  
genden Seite vorgesehen, die mit den Laststromanschlüssen der  
15 Schaltelemente über Zuführungen elektrisch verbunden sind.  
Die Laststromanschlußelemente können dabei ein erstes oder  
ein zweites Versorgungspotential aufweisen.

Derartige Halbleiterbauelemente werden beispielsweise in  
20 Kraftfahrzeugen zwischen zumindest einem batteriegestützten  
Niederspannungs-Bordnetz einerseits und einem Starter-  
Generator als Anlasser bzw. Ladevorrichtung für die jeweilige  
Batterie andererseits eingesetzt. Sie dienen im Schubbetrieb  
des Kraftfahrzeuges zur Anpassung von Spannung und Leistung  
25 des dann als Generator arbeitenden Starter-Generators an die  
entsprechenden Betriebsdaten der jeweiligen nachzuladenden  
Batterie und beim Starten des dann als Motor arbeitenden  
Starter-Generators mit Hilfe der jeweiligen Batterie zur Ge-  
währleistung eines hinreichenden Start-Drehmomentes mit ent-  
30 sprechend hohem Anfahrstrom.

Als wesentliche Bauteile einer solchen Schaltungsanordnung  
gelten insbesondere eine Anzahl von Halbleiter-Halbbrücken  
als Leistungsbauteile, eine Anzahl von Zwischenkreis-  
35 Bauelementen, insbesondere Kondensatoren, und eine Anzahl von  
Steuerelementen, insbesondere Treiberstufen. Ein derartiges

Halbleiterbauelement ist beispielsweise aus der DE 196 45 636 C1 bekannt, das zur Ansteuerung eines Elektromotors dient.

Als Schaltelemente weisen die beschriebenen Halbleiterbauelemente vielfach MOSFETs auf. Diese werden durch eine zwischen den Sourcekontakt und den Gatekontakt angelegte Steuerspannung leitend bzw. sperrend geschaltet. In der Praxis wird die Steuerspannung zwischen den Sourceanschluß und den Gateanschluß gelegt. Der zum Sourcekontakt führende Draht hat eine Eigeninduktivität, die bewirkt, daß der sich beim Ein- oder Ausschalten des MOSFETs zeitlich ändernde Laststrom eine Spannung in der Induktivität induziert, die der Steuerspannung schaltverzögernd entgegenwirkt. Schaltet man mehrere MOSFET parallel und steuert sie gemeinsam aus einer einzigen Spannungsquelle an, so führt die erwähnte Induktivität dazu, daß im Ansteuerkreis wegen unvermeidlicher Bauelemente Toleranzen hochfrequente Schwingungen mit Amplituden auftreten, die den MOSFET zerstören können. Die Schwingfrequenz wird maßgeblich durch die Induktivität des Sourceanschlusses und daneben durch andere parasitäre Netzwerk- und Bauelementeparameter bestimmt. Zur Verringerung der Nachteile der Wirkung der Induktivität des Sourceanschlusses wird in der EP 0 265 833 B1 vorgeschlagen, die Leiterbahnen, die mit den Sourceanschlüssen verbunden werden auf der einen Seite des MOSFETs und die Leiterbahnen für die Ansteuerung auf der anderen Seite des MOSFETs anzuordnen. Hierdurch ergibt sich eine weitgehende magnetische Entkopplung des Ansteuerkreises von den Sourceanschlüssen des Halbleiterbauelements.

Es sind folglich überwiegend die Streuinduktivitäten in den Zuführungen zu den Laststromanschlüssen eines oder mehrerer Halbleiterschalter, die insbesondere bei sehr hohen Stromsteilheiten ( $dI/dt$ ) Probleme, d.h. Überspannungen bereiten. Zur Kompensation dieser Überspannungen sind deshalb große Kondensatoren sowie Widerstände notwendig. Diese können jedoch das Schaltverhalten des Halbleiterbauelementes nachteilig beeinflussen. Um diesen Nachteilen zu entgehen, versucht

man in der Praxis durch geschickte, d.h. kurze Leiterbahnführung die Induktivitäten in den Zuführungen zu verringern.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht deshalb darin,  
5 ein Halbleiterbauelement anzugeben, das die nachteilige Wirkung der Streuinduktivitäten nicht aufweist und auf einfache Weise herzustellen ist.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Halbleiterbauelement, das  
10 folgende Merkmale aufweist:

- ein Gehäuse,
  - ein Trägerplatte,  
15
  - zumindest ein Keramiksubstrat, das zumindest an seiner Oberseite mit einer Metallisierung versehen ist,
  - zumindest zwei Schaltelemente, die auf der Oberseite des  
20 Keramiksubstrats elektrisch leitend angeordnet sind und jeweils über Laststromanschlüsse und einen Steueranschluß verfügen,
  - mehrere externe Laststromanschlußelemente auf einer ersten  
25 Seite und auf einer zweiten, der ersten gegenüberliegenden Seite des Gehäuses, die mit den Laststromanschlüssen der Schaltelemente über Zuführungen elektrisch verbunden sind, wobei die Laststromanschlußelemente ein erstes oder ein  
30 zweites Versorgungspotential aufweisen können,
- wobei jeweils zwei Schaltelemente derart benachbart angeordnet sind, daß sich die jeweiligen Zuführungen parallel zu zwei zugeordneten Laststromanschlußelementen hin erstrecken und benachbarte Laststromanschlußelemente eine unterschiedli-  
35 che Polarität aufweisen.

Mit anderen Worten ausgedrückt heißt das, daß die Zuführungen zweier benachbarter Schaltelemente so angeordnet sind, daß sich entstehende Magnetfelder in den Zuführungen durch die entgegengesetzte Polarität an den Laststromanschlußelementen kompensieren und dadurch die wirksame Induktivität minimiert wird.

Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

10

Es ist ferner vorgesehen, ein Schaltelement mit zwei Zuführungen zu verbinden, wobei sich die Zuführungen zwischen der ersten und der zweiten Seite des Gehäuses erstrecken und wobei die eine Zuführung das erste Versorgungspotential und die andere Zuführung das zweite Versorgungspotential aufweist.

15

Es ist ferner vorgesehen, die auf einer Gehäuseseite befindlichen und zwei benachbarten Schaltelementen zugeordneten Laststromanschlußelemente mit dem ersten bzw. mit dem zweiten Versorgungspotential zu beaufschlagen. Zur Erzielung einer minimalen Streuinduktivität ist es folglich notwendig, zumindest zwei benachbarte Schaltelemente vorzusehen, deren auf einer Gehäuseseite benachbarte Laststromanschlußelemente eine unterschiedliche Polarität aufweisen. Die Vorteile der Erfindung lassen sich mit jeder geradzahligen Anzahl an Schaltelementen erzielen. Vorteilhafterweise werden die Vielzahl an geradzahligen Schaltelementen auf einer Fluchtlinie nebeneinander angeordnet. Die Zuführungen zwischen Laststromanschlußelementen und den Laststromanschlüssen der nebeneinander angeordneten Schaltelemente verlaufen vorteilhafterweise in etwa orthogonal zur genannten Fluchtlinie. Die zugeordneten Laststromanschlußelemente weisen dann alternierend das erste und das zweite Versorgungspotential auf. Neben der geringen Streuinduktivität läßt sich hierdurch ein sehr kompakter Aufbau des Halbleiterbauelementes erzielen. Es muß nur wenig Fläche für geeignete Leiterbahnführungen bzw. für die

30

35

Zuführungen vorgesehen werden, was einen kostengünstigen Aufbau ermöglicht.

Vorzugsweise besteht ein Schaltelement aus zwei seriell miteinander verschalteten Halbleiterschaltern, deren Verbindungspunkt mit einem Laststromanschlusselement verbunden ist und einen Ausgang des Halbleiterbauelementes bildet. Die zwei seriell verschalteten Halbleiterschalter sind vorzugsweise auf einer zu der ersten bzw. der zweiten Seite in etwa orthogonalen Fluchtlinie angeordnet. Bekannterweise ist hierdurch eine Halbbrücke gebildet.

Es ist weiterhin denkbar, daß die Vielzahl oder ein Teil der Vielzahl an Schaltelementen bzw. Halbbrücken mittels der Metallisierung und/oder Bonddrähten parallel geschaltet sind zur Erhöhung der Stromtragfähigkeit des Halbleiterbauelementes. Hierdurch wird der Einsatz an hohen Leistungsbereichen möglich.

Als Schaltelemente werden vorzugsweise MOSFETs oder IGBTs verwendet. Es ist jedoch im Grunde jeder beliebige steuerbare Halbleiterschalter verwendbar. Vorzugsweise wird die Erfindung zur Ansteuerung einer Phase eines 3-Phasen-Wechselrichter-Moduls verwendet. Das Halbleiterbauelement stellt dann eine sehr niederinduktive Halbbrücke dar.

Die Erfindung wird anhand der einzigen Figur näher erläutert.

Das erfindungsgemäße Halbleiterbauelement 1 nach der Figur zeigt dieses in einer Draufsicht. Dieses weist ein Gehäuse 2 auf, das mit einer Trägerplatte 3 verbunden ist. Auf der Trägerplatte 3 sind beispielhaft drei Keramiksubstrate 4 aufgebracht, die zum Gehäuseinneren hin angeordnet sind. Es könnte auch nur ein einziges Keramiksubstrat verwendet werden. Jedes der Keramiksubstrate 4 ist mit einer (nicht gezeigten) Metallisierung 5 versehen, auf welcher eine geradzahlige Anzahl an Schaltelementen 6 aufgebracht sind. In der vorliegenden Figur



weisen das linke und das mittlere Keramiksubstrat 4 jeweils vier Schaltelemente 6 auf. Jedes Schaltelement 6 besteht aus zwei Halbleiterschaltern 17, 17'. Diese sind auf einer Fluchtlinie angeordnet, die in etwa orthogonal zu den beiden langen Seiten 13, 14 des Gehäuses 2 angeordnet sind. Ein Halbleiterschalter 17, 17' kann z.B. als MOSFET oder als IGBT ausgeführt sein.

Jeder der beiden Halbleiterschalter 17, 17' ist über Bond-  
drähte 16 mit der Metallisierung 5 verbunden. Ferner ist jeder Halbleiterschalter 17, 17' über eine Zuführung 9 mit einem Laststromanschlußelement 10 verbunden. Die Zuführung 9 kann beispielsweise als Bonddraht oder aber als Einzeldraht ausgeführt sein. Die Zuführung 9 ist annähernd in der Fluchtlinie der beiden Halbleiterschalter 17, 17' angeordnet. Die Laststromanschlußelemente 10 sind in der vorliegenden Figur in sogenannten Führungselementen 15 an der Gehäuseinnenseite befestigt. Diese mechanische Ausführung stellt lediglich eine Variante dar, wie die Schaltelemente 6 über die Zuführungen 9 nach außen kontaktiert werden können. Es ist selbstverständlich jede andere Variante denkbar. Das oberste linke Laststromanschlußelement 10 ist mit einem ersten Versorgungspotential, welches z.B. das Massepotential sein könnte, verbunden. Das davon rechts benachbarte Laststromanschlußelement 10 ist hingegen mit einem zweiten Versorgungspotential 12 beaufschlagt. Dieses Laststromanschlußelement ist einem zweiten Schaltelement 6 zugeordnet. Wie in der Figur angedeutet, sind die Laststromanschlußelemente 10 auf der ersten Seite 13 des Gehäuses 2 alternierend mit dem ersten Versorgungspotential 11 und dem zweiten Versorgungspotential 12 beaufschlagt (von links nach rechts). Auf der zweiten Seite 14 sind die Laststromanschlußelemente 10 (von links nach rechts) zuerst mit dem zweiten 12, dann mit dem ersten Versorgungspotential 11 alternierend beaufschlagt. Gegenüber dem Stand der Technik läßt sich die Induktivität mit dem erfindungsgemäßen Halbleiterbauelement von 50 nH auf 5 nH reduzieren.



Beispielhaft wird im folgenden angenommen, daß es sich bei den Halbleiterschaltern 17, 17' um MOSFETs handelt. Der Sourcekontakt des MOSFETs 17, 17' ist auf der Oberseite angeordnet, während sich der Drainkontakt auf der Rückseite befindet und mit der Metallisierung elektrisch und mechanisch steht. Dann ergibt sich folgender Laststrompfad bei dem ganz links angeordneten Schaltelement 6 von oben nach unten: Erstes Versorgungspotential 11 am Laststromanschlußelement 10 - Zuführung 9' - Source des Halbleiterschalters 17' (Oberseite des Halbleiterschalters) - Drain des Halbleiterschalters 17' (Unterseite des Halbleiterschalters) - Metallisierung 5 - Bonddraht 16 - Sourcekontakt des Halbleiterschalters 17 (Oberseite des Halbleiterschalters) - Drainkontakt des Halbleiterschalters 17 (Unterseite des Halbleiterschalters) - Metallisierung - Zuführung 9 - Laststromanschlußelement 10, verbunden mit dem zweiten Versorgungspotential.

Bei dem rechts daneben benachbarten Schaltelement 6 ergibt sich der Strompfad von oben nach unten in genau umgekehrter Reihenfolge: Zweites Versorgungspotential 12 am Laststromanschlußelement 10 - Zuführung 9 - Drainkontakt des Halbleiterschalters 17 - Sourcekontakt des Halbleiterschalters 17 - Bondverbindung zur Metallisierung 5 - Drainkontakt des Halbleiterschalters 17' - Sourcekontakt des Halbleiterschalters 17' - Zuführung 9 - Laststromanschlußelement 10, verbunden mit dem ersten Versorgungspotential (Bezugspotential).

Im erstgenannten Fall ergibt sich dann ein von unten nach oben verlaufender Laststrom, während im zweitgenannten Fall der Laststrom von oben nach unten verläuft. Die durch den Stromfluß in den Zuführungen entstehenden Magnetfelder werden durch die entgegengesetzte Stromrichtung kompensiert. Hierdurch verringert sich die wirksame Induktivität.

Um die Stromtragfähigkeit zu erhöhen, ist es mittels der (nicht dargestellten) Metallisierung und/oder Bondverbindun-

gen möglich, die in der Figur gezeigten acht Schaltelemente miteinander parallel zu verschalten. Bei Verwendung von identischen Halbleiterschaltern 17, 17' in allen acht Schaltelementen 6 ergibt sich bei Parallelschaltung in allen Strompfaden ein gleich großer Strom. Hierdurch wird eine ideale Kompensation des entstehenden Magnetfeldes ermöglicht. Auf die explizite Darstellung der Metallisierung bzw. der Verdrahtung der Ausgänge der Halbbrücke mit Laststromanschlußelementen wurde verzichtet, da diese nicht den Kernbestandteil der Erfindung bilden.

Auf dem rechts angeordneten Keramiksubstrat 4 in dem Gehäuse 2 können beispielsweise zur weiteren Verringerung von Überspannungen noch Kondensatoren angeordnet werden. Diese Kondensatoren können gegenüber dem Stand der Technik jedoch wesentlich geringer und somit kostengünstiger dimensioniert werden. Ebenso ist es denkbar, auf dem rechts angeordneten Keramiksubstrat 4 die Ansteuerung für die Halbleiterschalter 17, 17' unterzubringen. Diese könnte sich jedoch auch außerhalb des Halbleiterbauelements befinden.

Das erfindungsgemäße Halbleiterbauelement stellt in der beschriebenen Weise eine Halbbrücke dar. Durch die Verwendung dreier baugleicher erfindungsgemäßer Halbleiterbauelemente kann dann ein 3-Phasen-Wechselrichter-Modul angesteuert werden. Dieses kann vorteilhafterweise in einem Kraftfahrzeug eingesetzt werden und beispielsweise einen Drehstrommotor ansteuern, der sowohl eine Lichtmaschine als auch einen Anlasser ersetzt. Es ist eine Verwendung sowohl an 12 V als auch an 42 V Bordnetzen möglich.

Die Erfindung kann bei allen Anwendungen, die hohe Stromsteilheiten aufweisen, sinnvoll eingesetzt werden. Beispielsweise wäre ein Einsatz in der Umrichtertechnik denkbar.

## Patentansprüche

1. Halbleiterbauelement (1) bestehend aus

- einem Gehäuse (2),

5 - einer Trägerplatte (3),

- zumindest einem Keramiksubstrat (4), das zumindest an seiner Oberseite mit einer Metallisierung (5) versehen ist,

- zumindest zwei Schaltelementen (6), die auf der Oberseite des Keramiksubstrats (4) elektrisch leitend angeordnet sind

10 und jeweils über Laststromanschlüsse (7) und einen Steueranschluß (8) verfügen,

- mehreren externen Laststromanschlußelementen (10) auf einer ersten Seite (13) und einer zweiten (14), der ersten (13), gegenüberliegenden Seite des Gehäuses (2), die mit den Last-

15 stromanschlüssen der Schaltelemente über Zuführungen (9) elektrisch verbunden sind,

wobei die Laststromanschlußelemente (10) ein erstes oder ein zweites Versorgungspotential (11, 12) aufweisen können,

wobei jeweils zwei Schaltelemente (6) benachbart angeordnet

20 sind, daß sich die jeweiligen Zuführungen (9, 9') annähernd parallel zu zwei zugeordneten Laststromanschlußelementen (10) hin erstrecken und benachbarte Laststromanschlußelemente unterschiedliche Polarität aufweisen.

2. Halbleiterbauelement nach Anspruch 1,

wobei ein Schaltelement (6) mit zwei Zuführungen (9) verbunden ist, die sich zwischen der ersten und der zweiten Seite (13, 14) des Gehäuses erstrecken, und wobei die eine Zufüh-

rung (9) das erste Versorgungspotential (11) und die andere

30 Zuführung (9') das zweite Versorgungspotential (12) aufweist.

3. Halbleiterbauelement nach Anspruch 1 oder 2,

wobei die auf einer Gehäusesseite befindlichen und zwei benachbarten Schaltelementen (6) zugeordneten Laststroman-

35 schlußelemente (10) mit dem ersten bzw. dem zweiten Versorgungspotential beaufschlagt sind.

4. Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
wobei eine geradzahlige Vielzahl an Schaltelementen (6) vor-  
gesehen ist, deren zugeordnete Laststromanschlüsse auf der  
ersten bzw. der zweiten Seite (13, 14) alternierend das erste  
5 bzw. das zweite Versorgungspotential (11, 12) aufweisen.

5. Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
wobei ein Schaltelement (6) aus zwei seriell verschalteten  
Halbleiterschaltern (17, 17') besteht, deren Verbindungspunkt  
10 mit einem Laststromanschlußelement (10) verbunden ist und ei-  
nen Ausgang des Halbleiterbauelements bildet.

6. Halbleiterbauelement nach Anspruch 5,  
wobei die zwei seriell verschalteten Halbleiterschalter (17,  
15 17') auf einer zu der ersten bzw. zweiten Seite (13, 14) in  
einer orthogonalen Fluchtlinie angeordnet sind.

7. Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 4 bis 6,  
wobei die Schaltelemente (6) mittels der Metallisierung (5)  
20 und/oder Bonddrähten (16) parallel geschaltet sind zur Erhö-  
hung der Stromtragfähigkeit.

8. Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
wobei das Schaltelement (6) IGBT's oder MOSFETs aufweist.

9. Verwendung der Halbleiterbauelemente nach einem der An-  
sprüche 1 bis 8,  
zur Ansteuerung einer Phase eines 3-Phasen-Wechselrichter-  
Moduls.

## Zusammenfassung

## Induktives Halbleiterbauelement

- 5 Es wird ein Halbleiterbauelement vorgeschlagen, das ein Gehäuse, eine Trägerplatte, zumindest ein Keramiksubstrat, das zumindest an seiner Oberseite mit einer Metallisierung 10 versehen ist und zumindest zwei Schaltelemente aufweist, vorgeschlagen. Die Schaltelemente sind auf der Oberseite des Keramiksubstrats elektrisch leitend angeordnet und verfügen jeweils über Laststromanschlüsse und einen Steueranschluß. Erfindungsgemäß verfügt das Halbleiterbauelement über mehrere externe Laststromanschlußelemente, die auf einer ersten Seite und einer zweiten, der ersten gegenüberliegenden Seite angeordnet sind. Die Laststromanschlüsse der Schaltelemente sind 15 über Zuführungen elektrisch mit den externen Laststromanschlußelementen verbunden, die ein erstes und ein zweites Versorgungspotential aufweisen können. Jeweils zwei Schaltelemente sind derart benachbart angeordnet, daß sich die jeweiligen Zuführungen annähernd parallel zu zwei zugeordneten Laststromanschlußelementen hin erstrecken, wobei die zwei benachbarten Laststromanschlußelemente unterschiedliche Polarität aufweisen. Hierdurch wird eine Kompensation der Magnetfelder erzielt.

Figur 1

## Bezugszeichenliste

1	Halbleiterbauelement
2	Gehäuse
3	Trägerplatte
4	Keramiksubstrat
5	Metallisierung
6	Schaltelement
7	Laststromanschluß
8	Steueranschluß
9	Zuführung (Draht/Bonddraht)
10	Laststromanschlußelement
11	erstes Versorgungspotential
12	zweites Versorgungspotential
13	erste Seite
14	zweite Seite
15	Führungselement
16	Bonddraht
17	Halbleiterschalter

